

回折光学面を有する光学系及びケプラー型実像ファインダ光学系

特開平 10-161190



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-161190

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月19日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 3 B 13/06
G 0 2 B 5/18
25/00

F I
G 0 3 B 13/06
G 0 2 B 5/18
25/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-325028

(22) 出願日 平成8年(1996)12月5日

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 向井 弘

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 大森 滋人

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

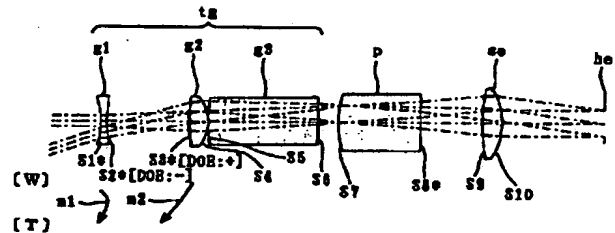
(74) 代理人 弁理士 佐野 静夫

(54) 【発明の名称】 回折光学面を有する光学系及びケプラー型実像ファインダ光学系

(57) 【要約】

【課題】 回折光学面による色収差の補正及びレンズ枚数の削減が回折光学面の配置によって効果的に実現された、回折光学面を有する光学系及びケプラー型実像ファインダ光学系を提供する。

【解決手段】 正のパワーを有するレンズ g 2, g 3 と、負のパワーを有するレンズ g 1 と、を対物光学系 t g に備えたケプラー型実像ファインダ光学系である。正のパワーを有するレンズ g 2 は、回折作用によるパワーが正の回折光学面を1つ有し、負のパワーを有するレンズ g 1 は、回折作用によるパワーが負の回折光学面を1つ有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 正のパワーを有するレンズと、負のパワーを有するレンズと、をそれぞれ少なくとも 1 つ備えた光学系であって、

前記正のパワーを有するレンズは、回折作用によるパワーが正の回折光学面を少なくとも 1 つ有し、前記負のパワーを有するレンズは、回折作用によるパワーが負の回折光学面を少なくとも 1 つ有することを特徴とする回折光学面を有する光学系。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光学系を対物光学系として備えたことを特徴とするケブラー型実像ファインダ光学系。

【請求項 3】 前記対物光学系が次の条件を満足することを特徴とする請求項 2 に記載のケブラー型実像ファインダ光学系；

$$-0.12 < \Sigma \phi_k / \phi_o < 0.12$$

ただし、

$\Sigma \phi_k$: 回折光学面の回折作用によるパワーの総和値、
 ϕ_o : 対物光学系全体の屈折作用及び回折作用によるパワーの合成値

である。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の光学系を接眼光学系として備えたことを特徴とする視度調整機構を有するケブラー型実像ファインダ光学系。

【請求項 5】 前記接眼光学系が次の条件を満足することを特徴とする請求項 4 に記載のケブラー型実像ファインダ光学系；

$$-0.12 < \Sigma \phi_k / \phi_e < 0.12$$

ただし、

$\Sigma \phi_k$: 回折光学面の回折作用によるパワーの総和値、
 ϕ_e : 接眼光学系全体の屈折作用及び回折作用によるパワーの合成値

である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、回折光学面を有する光学系及びケブラー型実像ファインダ光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 回折光学面を有する光学系は、従来より知られている。例えば、文献：Swanson, G. J., and W. B. Veldkamp, "Infrared Applications of Diffractive Optical Elements", SPIE proceedings, vol. 885, paper 22 (1988) では、回折光学面を備えた単玉レンズから成る光学系が提案されている。また、米国特許第 5,044,706 号、米国特許第 5,446,588 号では、回折光学面で色収差を補正するファインダ光学系が提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記 Swanson らの文献には、正・負 2 枚の色消しレンズに対して正レンズ 1 枚

に回折光学面を設けることによって、色消し効果が得られることが報告されている。また、米国特許第 5,044,706 号、米国特許第 5,446,588 号で提案されているファインダ光学系では、回折光学面の色消しによる枚数削減が述べられている。しかし、正のパワーを有する光学要素と負のパワーを有する光学要素との互いの配置関係によって光学的な作用を決定する光学系(例えば、正のパワーを有する群と負のパワーを有する群を備えたズームレンズ)に対して、回折光学面を効果的に配置する提案は未だなされていない。

【0004】 本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、回折光学面による色収差の補正及びレンズ枚数の削減が回折光学面の配置によって効果的に実現された、回折光学面を有する光学系及びケブラー型実像ファインダ光学系を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、第 1 の発明の回折光学面を有する光学系は、正のパワーを有するレンズと、負のパワーを有するレンズと、をそれぞれ少なくとも 1 つ備えた光学系であって、前記正のパワーを有するレンズは、回折作用によるパワーが正の回折光学面を少なくとも 1 つ有し、前記負のパワーを有するレンズは、回折作用によるパワーが負の回折光学面を少なくとも 1 つ有することを特徴とする。

【0006】 第 2 の発明のケブラー型実像ファインダ光学系は、上記第 1 の発明に係る光学系を対物光学系として備えたことを特徴とする。第 3 の発明のケブラー型実像ファインダ光学系は、上記第 2 の発明の構成において、前記対物光学系が次の条件を満足することを特徴とする。

$$-0.12 < \Sigma \phi_k / \phi_o < 0.12$$

ただし、

$\Sigma \phi_k$: 回折光学面の回折作用によるパワーの総和値、
 ϕ_o : 対物光学系全体の屈折作用及び回折作用によるパワーの合成値

である。

【0007】 第 4 の発明の視度調整機構を有するケブラー型実像ファインダ光学系は、上記第 1 の発明に係る光学系を接眼光学系として備えたことを特徴とする。第 5 の発明のケブラー型実像ファインダ光学系は、上記第 4 の発明の構成において、前記接眼光学系が次の条件を満足することを特徴とする。

$$-0.12 < \Sigma \phi_k / \phi_e < 0.12$$

ただし、

$\Sigma \phi_k$: 回折光学面の回折作用によるパワーの総和値、
 ϕ_e : 接眼光学系全体の屈折作用及び回折作用によるパワーの合成値

である。

【0008】

【発明の実施の形態】 以下、本発明を実施した回折光学

面を有する光学系を、図面を参照しつつ説明する。図 1 は、第 1 の実施の形態に係るケブラー型実像ファインダ光学系のワイド端[W]での光学配置及び光路を示すレンズ構成図である。図 4 は、第 2 の実施の形態に係る接眼光学系の光学配置及び光路を示すレンズ構成図である。

【0009】図 1 において、面 Si (i=1, 2, ...) は被写体側から数えて i 番目の面であり、図 4 において、面 Si (i=1, 2, ...) は瞳 h e 側から数えて i 番目の面である。面 Si に *印が付された面は非球面で構成された面であることを示している。また、面 Si に [DOE:-] 印が付された面は、回折作用によるパワーが負の回折光学面が屈折光学面に形成された面であることを示しており、面 Si に [DOE:+] 印が付された面は、回折作用によるパワーが正の回折光学面が屈折光学面に形成された面であることを示している。

【0010】第 1 の実施の形態は、被写体側から順に、対物光学系 t g、反転系プリズム p 及び接眼光学系 s e から成り、対物光学系 t g は、負の第 1 群 g 1 と正の第 2 群 g 2 と正の第 3 群 g 3 とで構成されている。第 1 群 g 1 ~ 第 3 群 g 3 はそれぞれレンズ 1 枚から成り、第 1 群 g 1 と第 2 群 g 2 が矢印 m 1, m 2 で示すようにそれぞれ移動することによってズーミングが行われる。また、第 3 群 g 3 は反転機能を有する対物側の反転系プリズムと一体化されており、接眼側の反転系プリズム p の入射面にはコンデンサーレンズが一体化されている。対物光学系 t g によって形成された像は、反転系プリズム g 3 及び p によって反転され、接眼光学系 s e を通して瞳 h e 位置で観察される。

【0011】第 2 の実施の形態は、瞳 h e 側から順に、ファインダ接眼窓の保護ガラスに相当する平行平板と、両凸の正レンズと、ペンタプリズムに相当する平行平板 p と、から成っている。そして、両凸レンズが光軸方向に移動することによって、視度調整が行われる。対物光学系 (不図示) によって物面 o b 位置に形成された像は、第 2 の実施の形態に係る接眼光学系によって反転・拡大されて、瞳 h e 位置で観察される。

【0012】第 1 の実施の形態において、負の第 1 群 g 1 の瞳 h e 側面に設けられている回折光学面の回折作用によるパワーは負であり、正の第 2 群 g 2 の被写体側面に設けられている回折光学面の回折作用によるパワーは正である。第 2 の実施の形態において、正の両凸レンズの物面 o b 側面に設けられている回折光学面の回折作用によるパワーは正であり、平行平板 p の瞳 h e 側面に設けられている回折光学面の回折作用によるパワーは負である。これらの回折光学面の配置が、色収差の補正及びレンズ枚数の削減に有効であることを以下に説明する。

【0013】色収差には軸上色収差と倍率色収差とが存在する。瞳又は絞りの中心を通る光線を理想主光線とし、瞳面又は絞り面を垂直に通過する光線を理想マージナル光線とすると、軸上色収差の程度は、次の式 (A) で

定義される軸上色収差係数 LC で表され、倍率色収差の程度は、次の式 (B) で定義される倍率色収差係数 TC で表される。

$$【0014】LC = \sum \{h^2(\phi/\nu)\} \quad \dots (A)$$

$$05 \quad TC = \sum \{h \cdot h'(\phi/\nu)\} \quad \dots (B)$$

ただし、

h : 各レンズを通過する理想マージナル光線の高さ、

h' : 各レンズを通過する理想主光線の高さ、

φ : 各レンズのパワー、

10 ν : 各レンズのアッベ数 (分散値)

である。

【0015】屈折光学面のみで構成された光学系では、式 (A) 中の h^2 , (ϕ/ν) がいずれも正であるので $\{h^2 > 0, (\phi/\nu) > 0\}$ 、接眼光学系で生じた軸上色収差は加算されることになる。したがって、正レンズだけでは、色補正を行うことはできない。

【0016】光学系が屈折光学面と回折光学面を含む場合、レンズの回折光学面で発生する軸上色収差と倍率色収差が、前記式 (A), (B) で表される各色収差に加算されることになる。従って、屈折光学面と回折光学面を含む光学系の軸上色収差、倍率色収差は、次の式 (C), (D) でそれぞれ定義される軸上色収差係数 LC、倍率色収差係数 TC で表される。

【0017】

$$25 \quad LC = \sum \{h^2(\phi_r/\nu_r + \phi_k/\nu_k)\} \quad \dots (C)$$

$$TC = \sum \{h \cdot h'(\phi_r/\nu_r + \phi_k/\nu_k)\} \quad \dots (D)$$

ただし、

φ_r : 各レンズの屈折光学面の屈折作用によるパワー、

ν_r : 各レンズの屈折光学面の屈折作用によるアッベ

30 数、

φ_k : 各レンズの回折光学面の回折作用によるパワー、

ν_k : 各レンズの回折光学面の回折作用によるアッベ数相当値

である。

【0018】上記回折光学面の分散を表すアッベ数相当値 ν_k は、次の式 (E) で定義される。

$$\nu_k = \lambda d / (\lambda F - \lambda c) \quad \dots (E)$$

ただし、

λ_d : d 線の波長 (=588nm)、

40 λ_F : F 線の波長 (=486nm)、

λ_c : c 線の波長 (=656nm)

である。

【0019】式 (E) から、回折光学面は ν_k = -3.45 という非常に小さい負のアッベ数相当値を有することが分かる。通常の屈折光学面のみを有するレンズの (分散を表す) アッベ数は、20~80 程度であるため、屈折光学面に回折光学面を組み合わせると、正の φ_r/ν_r が負の φ_k/ν_k で打ち消されることになる。したがって、屈折光学面で発生した色収差を回折光学面で補正することが可能である。また、回折光学面の非常

に小さなアップベ数相当値から、色収差の補正のみに必要な回折光学面のパワーは小さいものでよいことが予想される。一般的には、光学系全体の屈折光学面と回折光学面との合成パワーに対して、回折光学面のパワーが5～10%程度であれば、屈折光学面で発生した色収差を補正することができるといわれている。

【0020】また、回折光学面のペッツバル値(ペッツバル和の各項に相当する。)は0(ゼロ)である。したがって、光学系の全パワーに対する回折光学面のパワー比を大きくすると、回折光学面により色収差が過剰補正となるが、回折光学面のペッツバル値の影響で像面性が改善される。

【0021】今仮に、正のパワーを有するレンズと負のパワーを有するレンズとを組み合わせた結像光学系を考える。この結像光学系において、正のパワーを有するレンズが回折作用によるパワーが正の回折光学面を有し、負のパワーを有するレンズが回折作用によるパワーが負の回折光学面を有する場合、正のパワーの回折光学面で発生する色収差は、負のパワーの回折光学面によって打ち消される。このため、2つの回折光学面で発生する色収差は小さいものとなる。したがって、この場合、色収差が発生しないための結像光学系の全パワーに対する正のパワーの回折光学面のパワー比を、正のパワーの回折光学面のみを用いた場合に比べて大きくすることができる。一方、正のレンズのパワーに対する正のパワーの回折光学面によるペッツバル値の効果及び負のレンズのパワーに対する負のパワーの回折光学面によるペッツバル値の効果は、正のパワーの回折光学面のみを用いた場合に比べて大きくなる。したがって、回折光学面により色収差が補正され、また、正の回折光学面のみを用いた場合に比べて像面性が改善される。

【0022】以上を考慮すると、ズームレンズ等のように、正のパワーを有する群と負のパワーを有する群との互いの配置関係によって光学的な作用を決定する光学系においては、正のパワーを有する群の正のパワーを有するレンズに回折作用によるパワーが正の回折光学面を用い、負のパワーを有する群の負のパワーを有するレンズに回折作用によるパワーが負の回折光学面を用いることが、色収差の補正及びレンズ枚数の削減に有効であることが分かる。

【0023】第1の実施の形態は、上述したような回折光学面を有する光学系をケブラー型実像ファインダ光学系の対物光学系 t g (図1)として用いたものである。第1の実施の形態のように、対物光学系 t g に回折光学面を有するケブラー型実像ファインダ光学系は、その対物光学系 t g が次の条件式(1)を満足することが望ましい。条件式(1)を満足することにより、色収差を更に良好に補正するとともにレンズ枚数を削減することが可能となる。

$$-0.12 < \Sigma \phi_k / \phi_o < 0.12 \quad \dots (1)$$

ただし、

$\Sigma \phi_k$: 回折光学面の回折作用によるパワーの総和値、
 ϕ_o : 対物光学系全体の屈折作用及び回折作用によるパワーの合成値

である。

【0024】第2の実施の形態は、上述したような回折光学面を有する光学系を視度調整機構を有するケブラー型実像ファインダ光学系の接眼光学系(図4)として用いたものである。第2の実施の形態のように、接眼光学系に回折光学面を有するケブラー型実像ファインダ光学系は、その接眼光学系が次の条件式(2)を満足することが望ましい。条件式(2)を満足することにより、色収差を更に良好に補正するとともにレンズ枚数を削減することが可能となる。

$$-0.12 < \Sigma \phi_k / \phi_e < 0.12 \quad \dots (2)$$

ただし、

$\Sigma \phi_k$: 回折光学面の回折作用によるパワーの総和値、
 ϕ_e : 接眼光学系全体の屈折作用及び回折作用によるパワーの合成値

である。

【0025】

【実施例】以下、本発明を実施した回折光学面を有する光学系を、コンストラクションデータ、収差図等を挙げて、更に具体的に説明する。ここで例として挙げる実施例1、2は、前述した第1、第2の実施の形態にそれぞれ対応する実施例である。第1の実施の形態を表す図1は、対応する実施例1のワイド端[W]での光学配置及び光路をそれぞれ示しており、第2の実施の形態を表す図4は、対応する実施例2の視度:-1.0(diopter)での光学配置及び光路を示している。

【0026】実施例1のコンストラクションデータにおいて、 $S_i (i=1, 2, \dots)$ は被写体側から数えてi番目の面であり、 $r_i (i=1, 2, \dots)$ は被写体側から数えてi番目の面 S_i の曲率半径を示しており、 $d_i (i=1, 2, \dots)$ は被写体側から数えてi番目の軸上面間隔を示している。ズームによって変化する軸上面間隔(可変間隔)は、ワイド端[W]～テレ端[T]での各群間の面間隔である。また、 $N_i (i=1, 2, \dots)$ は、被写体側から数えてi番目の光学要素のe線に対する屈折率(N_e)を示しており、 $v_i (i=1, 2, \dots)$ は、被写体側から数えてi番目の光学要素のd線に対するアップベ数(v_d)を示している。なお、ファインダ倍率 β 並びにワイド端[W]～テレ端[T]での条件式(1)の対応値及び関連データを、コンストラクションデータと併せて示す。

【0027】実施例2のコンストラクションデータにおいて、 $S_i (i=1, 2, \dots)$ は瞳h e側から数えてi番目の面であり、 $r_i (i=0, 1, 2, \dots)$ は瞳h e側から数えてi番目の面 S_i の曲率半径を示しており、 $d_i (i=0, 1, 2, \dots)$ は瞳h e側から数えてi番目の軸上面間隔を示している。視度調整によって変化する軸上面間隔(可変間隔)は、視度:-

3.1~-1.0~+1.1(diopter)での各光学要素間の面間隔である。また、 N_i ($i=1, 2, 3$)は、瞳h e側から数えてi番目の光学要素のe線に対する屈折率(N_e)を示しており、 ν_i ($i=1, 2, 3$)は、瞳h e側から数えてi番目の光学要素のd線に対するアッペ数(ν_d)を示している。なお、接眼焦点距離f e並びに視度:-3.1~-1.0~+1.1(diopter)での条件式(2)の対応値及び関連データを、コンスト

ラクションデータと併せて示す。

【0028】*印が付された面 S_i は、非球面で構成された面であることを示し、非球面の面形状を表わす次の式(AS)で定義されるものとする。

05 【0029】

【数1】

$$Y = \frac{C \cdot X^2}{1 + (1 - \epsilon \cdot X^2 \cdot C^2)^{1/2}} + \sum_i A_i \cdot X^i \quad \dots (AS)$$

【0030】ただし、式(AS)中、

10 【0032】

Y: 光軸方向の基準面からの変位量、

【数2】

X: 光軸に対して垂直な方向の高さ、

$$\phi(H) = 2\pi \cdot (\sum_i C_i H^{2i}) / \lambda_0 \quad \dots (DS)$$

C: 近軸曲率、

【0033】ただし、式(DS)中、

ϵ : 2次曲面パラメータ、

15 $\phi(H)$: 回折光学面の位相関数、

A_i : i次の非球面係数

C_i : 2i次の回折光学面の位相関数係数、

である。

H: 光軸に対して垂直な方向の高さ、

【0031】[DOE:-], [DOE:+]印が付された面 S_i は、回折作用による負、正のパワーを有する回折光学面が屈折光学面に形成された面であることをそれぞれ示し、回折光学面のピッチを決める位相形状を表す次の式(DS)で定義されるものとする。

λ_0 : 設計基準波長(=546.07×10⁻⁶mm)

である。

20 【0034】

《実施例1 (対物光学系+接眼光学系)》

$\beta = 0.44 \sim 1.04$

[面] [曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

S1* r1= -23.205

d1= 1.000 N1=1.49329 $\nu_1 = 57.82$

S2*[DOE:-]r2= 15.33486

d2=12.12~0.48

S3*[DOE:+]r3= 22.23492

d3= 2.800 N2=1.49329 $\nu_2 = 57.82$

S4 r4= -7.75600

d4= 0.00~8.57

S5 r5= 40.000

d5=16.000 N3=1.58752 $\nu_3 = 30.36$

S6 r6= ∞

d6= 3.000

S7 r7= 17.489

d7=12.300 N4=1.58752 $\nu_4 = 30.36$

S8* r8= ∞

d8= 8.980

S9 r9= 28.573

d9= 3.000 N5=1.49329 $\nu_5 = 57.82$

S10 r10=-12.619

【0035】〈非球面係数〉

S2: $C_1 = 3.90 \times 10^{-3}$

S1: $\epsilon = 1.00$, $A_4 = -6.23 \times 10^{-4}$, $A_6 = -2.41 \times 10^{-6}$

45 S3: $C_1 = -1.54 \times 10^{-3}$

S2: $\epsilon = 1.00$, $A_4 = -7.00 \times 10^{-4}$, $A_6 = 2.80 \times 10^{-6}$

【0037】〈条件式(1)の対応値及び関連データ〉

S3: $\epsilon = 1.00$, $A_4 = -5.13 \times 10^{-4}$, $A_6 = 1.00 \times 10^{-6}$

$\sum \phi_k = -0.0047$, $\phi_o = 0.125 \sim 0.053$

S8: $\epsilon = 1.00$, $A_4 = -1.05 \times 10^{-4}$, $A_6 = 2.00 \times 10^{-7}$

$\sum \phi_k / \phi_o = -0.038 \sim -0.089$

【0036】〈回折光学面の位相関数係数〉

【0038】

《実施例2 (接眼光学系)》

f e =70.4
視度=-3.1~-1.0~+1.1(diopter)
[面] [曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]
{瞳 h e} r0= ∞
d0= 22.550
S1 r1= ∞
d1= 0.850 N1=1.51680 ν1= 64.12
S2 r2= ∞
d2= 5.5~3.2~0.9
S3 r3= 35.965
d3= 5.600 N2=1.49329 ν2= 57.82
S4*[DOE:+] r4=-3469.450
d4= 0.4~2.7~5.0
S5[DOE:-] r5= ∞
d5=81.627 N3=1.51680 ν3= 64.12
S6 r6= ∞
d6= 2.568
{物面 o b} r7= ∞

【0039】〈非球面係数〉

S4: ε=1.00, A4= 6.13×10⁻⁶

【0040】〈回折光学面の位相関数係数〉

S4: C1=-8.60×10⁻³

S5: C1= 9.20×10⁻³

【0041】〈条件式(2)の対応値及び関連データ〉

Σ φ k =-0.0012, φ e =0.013~0.016

Σ φ k / φ e =-0.093~-0.078

【0042】図2は実施例1のワイド端[W]での収差図であり、図3は実施例1のテレ端[T]での収差図である。図5は実施例2の視度:-3.1(diopter)での収差図であり、図6は実施例2の視度:-1.0(diopter)での収差図であり、図7は実施例2の視度:+1.1(diopter)での収差図である。各収差図は、上から順に、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を表している。各

《比較例(接眼光学系)》

f e =70.4
視度=-2.51~-1.0~+0.47(diopter)
[面] [曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]
{瞳 h e} r0= ∞
d0= 22.550
S1 r1= ∞
d1= 0.850 N1=1.51680 ν1= 64.12
S2 r2= ∞
d2= 3.4~1.9~0.4
S3 r3= 51.855
d3= 5.600 N2=1.49329 ν2= 57.82
S4* r4=-21.614
d4= 0.4~1.9~3.4
S5 r5=-40
d5= 1 N3=1.70605 ν3= 30.11
S6 r6=467.312

収差図中に、各波長に対応する光線(設計波長: e 線,

20 c 線, g 線)を併せて示す。非点収差の縦軸は視度(Diopter)を示し、歪曲収差の縦軸は%を示し、倍率色収差の縦軸は光軸となす角度(ラジアン)を示す。各収差図の横軸は、すべて入射瞳面への入射角度(ラジアン)を示す。

【0043】図8は、比較例の視度:-1.0(diopter)での光学配置及び光路を示している。比較例は、実施例2に対応する比較例であり、接眼焦点距離 f e が同じ状態で回折光学面を有しておらず、また、ペンタプリズムに相当する平行平板 p の出口に負レンズが配置されているほかは、実施例2と同様に構成されている。以下
30 に、比較例のコンストラクションデータ及びその他のデータを、実施例2と同様に示す。

【0044】

$d6=0.7$
S7 $r7=\infty$
 $d7=81.627$ $N4=1.51680$ $v4=64.12$
S8 $r8=\infty$
 $d8=3.0$
{物面 o b} $r9=\infty$

【0045】〈非球面係数〉

S4: $\varepsilon=-0.4$, $Ai=0$

【0046】図4と図8を比較すると、比較例では視度の調整のために必要であった上記負レンズが、実施例2では回折光学面の負のパワーによって不要になり、その分レンズ枚数が削減されたことが分かる。さらに、上記負レンズの削減によって視度調整用の両凸レンズの移動空間が増加した結果、比較例では-2.51~+0.47(diopter)であった視度調整可能範囲が、実施例2では-3.1~+1.1(diopter)へと、視度調整可能幅で1.22(diopter)拡大したことが分かる。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、第1~第5の発明によれば、回折光学面による色収差の補正及びレンズ枚数の削減を、適切な回折光学面の配置によって効果的に実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態(実施例1)の光学配置及び光

路を示すレンズ構成図。

【図2】実施例1のワイド端[W]での収差図。

【図3】実施例1のテレ端[T]での収差図。

10 【図4】第2の実施の形態(実施例2)の光学配置及び光路を示すレンズ構成図。

【図5】実施例2の視度-3.1(diopter)での収差図。

【図6】実施例2の視度-1.0(diopter)での収差図。

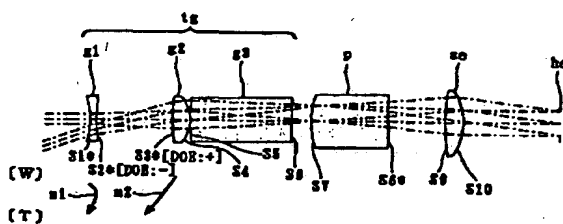
【図7】実施例2の視度+1.1(diopter)での収差図。

15 【図8】比較例の光学配置及び光路を示すレンズ構成図。

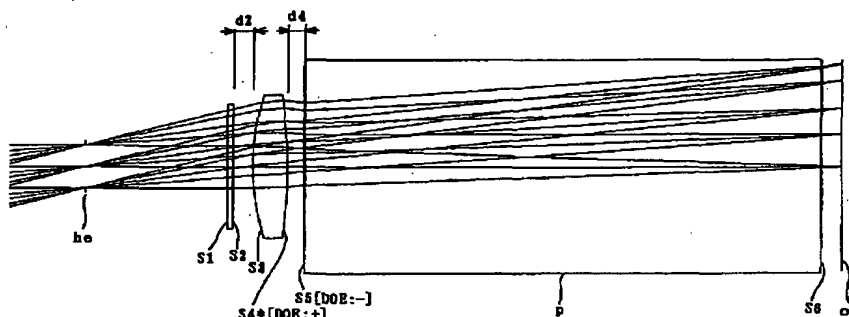
【符号の説明】

t g …対物光学系
g 1 …第1群
g 2 …第2群
g 3 …第3群
s e …接眼光学系
h e …瞳
o b …物面

【図1】

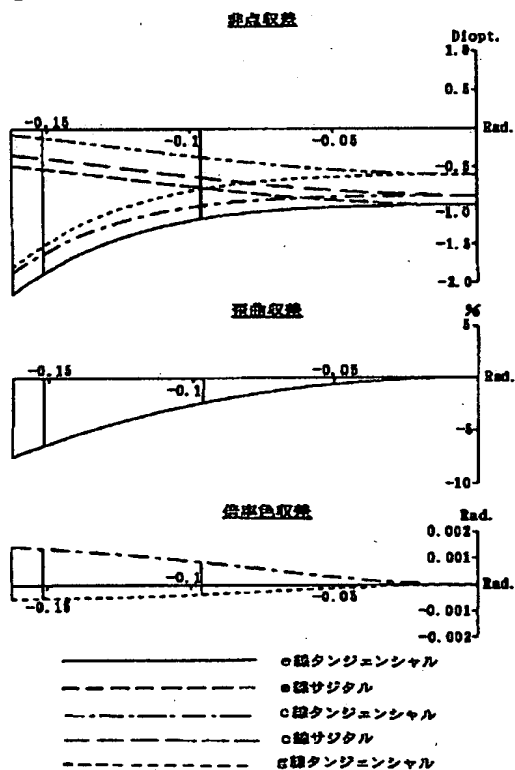


【図4】



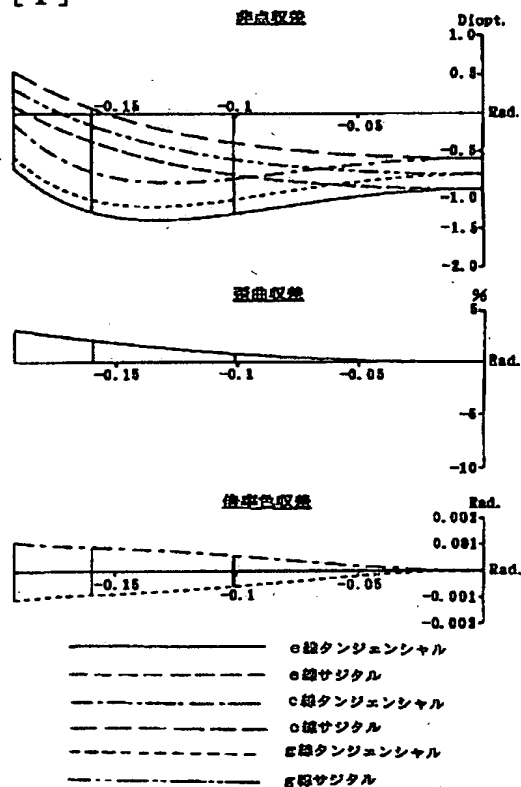
【図2】

[W]

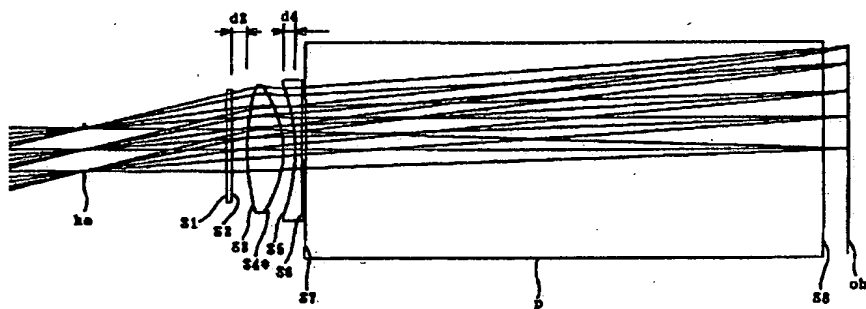


【図3】

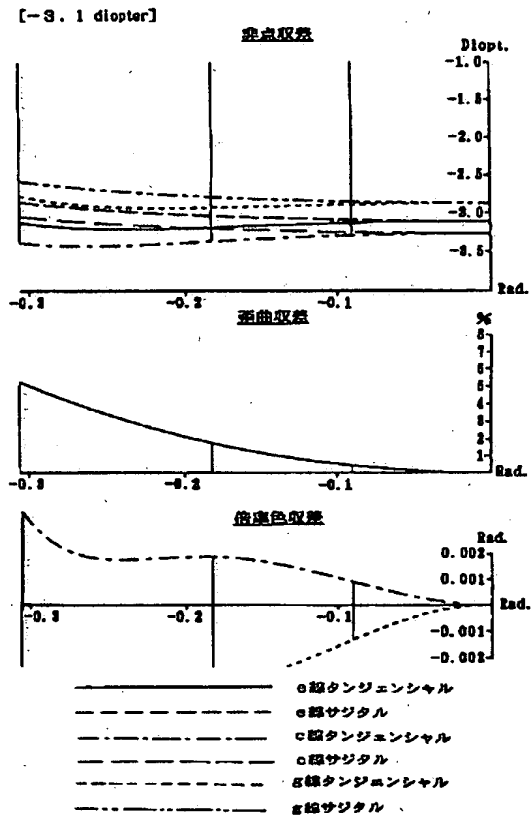
[T]



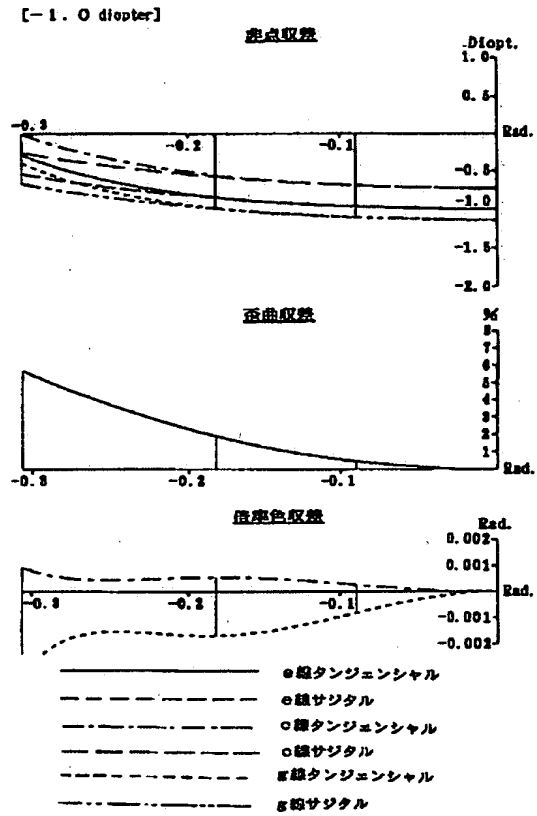
【図8】



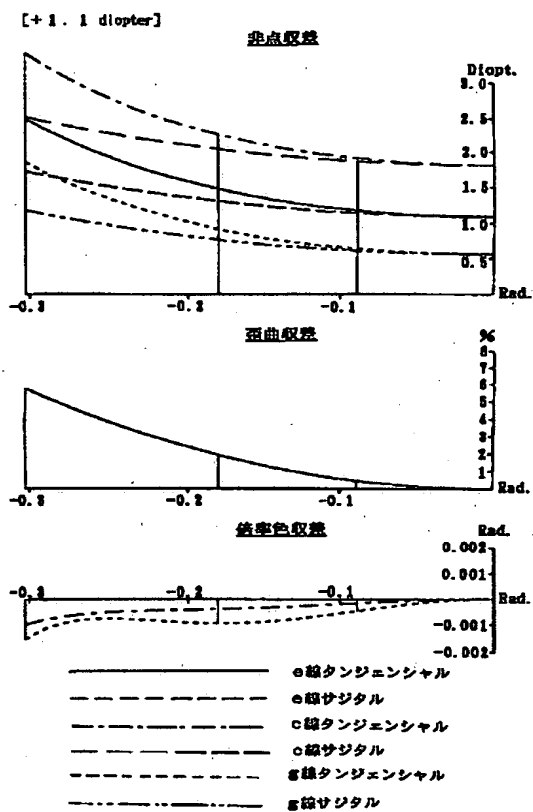
【図5】



【図6】



【図7】



MicroPatent® Family Lookup

f.

Stage 1 Patent Family - "Complex"		Priorities and Applications	
CC DocNum	KD PubDate	CC AppNum	KD AppDate
<input type="checkbox"/> JP 10161190	A2 19980619	JP 325028	A 19961205
<input type="checkbox"/> US 6052234	A 20000418	JP 94129	A 19960416
		JP 237561	A 19960909
		JP 310279	A 19961121
		JP 310285	A 19961121
		JP 325028	A 19961205
		US 835825	A 19970416
2 Publications found.			
Add Selected Documents to Order		Display the Extended Patent Family	